

기상 방법으로 성장된 ZnO 나노선 구조에서 공간적으로 형성된 donor bound exciton 특성에 대한 cathodoluminescence 연구

곽호상¹, Le Si Dang², 조용훈¹

¹한국과학기술원 물리학과

²Nanophysics and Semiconductors, Institut Néel, France

상온에서 60 meV의 엑시톤 결합 에너지를 갖으며, 약 3.3 eV의 에너지 밴드갭 (bandgap)을 갖는 ZnO 물질은 상온 이상에서 고효율의 발광 소자로서 각광을 받고 있으며, 더욱이 격자부정합이 다른 기판임에도 불구하고 고품위 ZnO 나노구조를 성장함으로써 이를 이용한 소자 제작에 더욱 많은 관심이 집중되고 있다. 특히, 나노 크기의 지름을 갖는 나노선 (nanowire)과 같은 구조는 벌크형 구조에 비해 결합 밀도가 낮고, 성장조건에 따른 다양한 특성 변화가 가능할 뿐만 아니라 높은 surface to volume ratio와 electron affinity로 인해 전계 효과 트랜지스터 (field-effect transistor)나 전계 방출 소자 (field-emission device)와 같은 소자 응용에 적합하다 할 수 있다. 하지만 소자에서의 p-n junction과 같은 특성에 있어서 불순물의 도핑(doping) 불균일성이나 결정립계(grain boundary)의 형성은 소자 작동시 국소적인 열화에 의한 소자의 수명 단축이나 절연 현상이 발생할 수 있다. 이에 따라 균일한 나노선에서의 균일한 도핑 및 그에 따른 광학적 구조적 특성을 이해하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 Silicon 기판과 sapphire 기판위에 성장된 ZnO 나노선에서의 저온 cathodoluminescence (CL) 측정으로부터 ~ 3.36 eV에서 의도되지 않은 Al 관련된 donor bound exciton 발광 특성이 보임을 확인하였다. 특히 Si 기판위에 성장된 나노선에서 기판과 나노선 사이에 최초 성장 부근에서 국소적으로 강하게 ~ 3.36 eV에서 발광이 나오는 것을 monochromatic CL 이미지로부터 확인하였으며, 이는 성장 시 특정 조건에 의한 것으로 해석되었다. Sapphire 기판위에 성장된 ZnO 나노선에서도 Al 관련된 donor bound exciton의 발광이 국소적으로 관찰이 되었으며, 이 또한 특정한 성장 조건에 의해 의도되지 않은 Al의 뭉침 효과로서 해석되어 진다. 따라서 성장 조건을 결정하는데 있어서 의도되지 않은 불균일한 도핑 효과에 대한 고려가 필요하며 이에 대한 연구를 저온 CL 및 주사 전자 현미경을 사용하여 구조적 특성을 비교 분석하였다.